

# INFOMUSA

La Revue Internationale sur Bananiers et Plantains



**Vol. 10 N° 1**

*Juin 2001*

**DANS CE NUMÉRO**

Propagation en masse *in situ* de FHIA-20 par emploi de benzylaminopurine

**Aspects socio-économiques de la culture du plantain en Colombie**

Production de feuilles de bananier pour l'industrie agro-alimentaire

**Evolution des photosynthèse, transpiration et chlorophylle pendant le développement de la feuille de bananier**

Estimation du développement des racines à partir des caractéristiques des parties aériennes chez *Musa*

**Luttes culturale, chimique et biologique contre la pourriture vasculaire et le flétrissement du plantain**

Evaluation d'hybrides de la FHIA comparés à des variétés locales de *Musa* au Pérou

**Evaluation de matériel génétique de *Musa* pour la résistance aux charançons**

La fusariose du bananier au Kenya : distribution et impact sur les petits producteurs

**GCV des populations de *Fusarium* (Foc) au Viêt-nam**

La cercosporiose noire au Mexique

**Effet du nombre de repiquages sur la multiplication *in vitro* de bananiers**

Nouvelles des *Musa*

**La communauté bananière perd deux amis et collègues**

Nouvelles de l'INIBAP

**Thèse**

Livres etc.

**Annonces**

Nouvelles de PROMUSA



INFOMUSA est publié avec le soutien du Centre Technique de Coopération Agricole et Rurale (CTA)



## Vol. 10, N° 1

### Photo de couverture :

*Vente locale de bananes en Bolivie  
(L. Pocasangre, INIBAP).*

### Editeur :

Réseau international pour l'amélioration  
de la banane et de la banane plantain  
(INIBAP)

### Rédacteur en chef :

Claudine Picq

### Comité de Rédaction :

Emile Frison, Jean-Vincent Escalant,  
Suzanne Sharrock, Charlotte Lusty

Imprimé en France

ISSN 1023-0068

### Rédaction :

INFOMUSA, INIBAP,

Parc Scientifique Agropolis II,  
34397 Montpellier Cedex 5, France.

Téléphone : + 33-(0)4 67 61 13 02 ;

Télécopie : + 33-(0)4 67 61 03 34 ;

Courrier électronique : [inibap@cgiar.org](mailto:inibap@cgiar.org)

URL : <http://www.inibap.org>

L'abonnement est gratuit pour les pays en développement. Les lecteurs sont invités à envoyer lettres et articles. La rédaction se réserve le droit d'abréger ou de reformuler les textes publiés pour des raisons de clarté et de concision. INFOMUSA ne peut s'engager à répondre à toutes les lettres reçues, mais s'efforcera de le faire dans un délai raisonnable. La reproduction de tout extrait du magazine est autorisée, à condition d'en spécifier l'origine.

INFOMUSA est également publié en anglais et en espagnol.

### Changement d'adresse :

Merci d'en informer la rédaction d'INFOMUSA à l'adresse indiquée ci-dessus, avec si possible six semaines de préavis, afin d'éviter toute interruption de réception de la revue.

Les opinions émises dans les articles n'engagent que leurs auteurs et ne reflètent pas nécessairement le point de vue de l'INIBAP.

La mission de l'INIBAP est d'accroître de façon durable la productivité des bananiers et des bananiers plantain cultivés sur de petites exploitations pour la consommation locale et pour les marchés d'exportation.

Le programme de l'INIBAP a quatre objectifs principaux :

- organiser et coordonner un effort global de recherche sur la banane et la banane plantain visant au développement, à l'évaluation et à la dissémination de matériel génétique de *Musa* amélioré ainsi qu'à la conservation et à l'utilisation de la diversité génétique des *Musa* ;
- promouvoir et renforcer la collaboration et le partenariat en matière de recherche sur les bananiers au niveau national, régional et international ;
- renforcer la capacité des Systèmes nationaux de recherche agricole à conduire des recherches sur la banane et la banane plantain ;
- coordonner, faciliter et appuyer la production, la collecte et l'échange d'information et de documentation sur la banane et la banane plantain.

L'INIBAP est un programme de l'Institut international pour les ressources phytogénétiques (IPGRI), un centre "Future Harvest".

## INFOMUSA

## Vol. 10, N° 1

### SOMMAIRE

Propagation en masse <i>in situ</i> de l'hybride de bananier plantain FHIA-20 par emploi de benzylaminopurine .....	3
Aspects socio-économiques de la culture du bananier plantain en Colombie .....	4
Production de feuilles de bananier plantain assouplies au feu pour l'industrie agro-alimentaire .....	9
Evolution de la photosynthèse, de la transpiration et de la chlorophylle pendant le développement de la feuille de bananier ( <i>Musa</i> AAB Simmonds) .....	12
Estimation du développement des racines à partir des caractéristiques des parties aériennes chez les bananiers et les bananiers plantain ( <i>Musa</i> spp.) .....	15
Evaluation des luttes culturale, chimique et biologique contre la pourriture vasculaire et le flétrissement du bananier plantain ( <i>Musa</i> AAB Simmonds) .....	17
Evaluation d'hybrides de la FHIA comparés à des variétés locales de <i>Musa</i> dans une région de l'est du Pérou indemne de cercosporiose noire.....	21
Evaluation de matériel génétique de <i>Musa</i> pour la résistance aux charançons.....	26
La fusariose du bananier au Kenya : distribution et impact sur les petits producteurs .....	28
Groupes de compatibilité végétative des populations de <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cubense</i> au Viêt-nam .....	32
La cercosporiose noire ( <i>Mycosphaerella fijiensis</i> Morelet) au Mexique.....	33
Effet du nombre de repiquages sur la multiplication <i>in vitro</i> de quatre variétés de bananiers .....	38
Nouvelles des <i>Musa</i> .....	40
La communauté bananière perd deux amis et collègues.....	40
Nouvelles de l'INIBAP .....	42
Thèse.....	47
Livres etc.....	47
Annonces.....	49
Nouvelles de PROMUSA.....	I à XVI

Lagoda P.J.L., J.-L. Noyer, D. Dambier, F.-C. Baurens, A. Grapin & C. Lanaud. 1998b. Sequence tagged microsatellite site (STMS) markers in the Musaceae. *Molecular Ecology* 7:657-666.

## Etudes moléculaires sur *Musa acuminata* ssp. *malaccensis* et sur des espèces malaisiennes locales

Yasmin Othman<sup>1</sup>, Norzulaani Khalid<sup>1</sup>, Asif Javed<sup>1</sup>, Mak Chai<sup>1</sup> et Tan Siang Hee<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Biological Sciences, University of Malaya, 50603 Kuala Lumpur, Malaisie; <sup>2</sup>Genome Centre, Institute Bioscience, Universiti Putra Malaysia, Serdang, Selangor, Malaisie.  
E-mail pour la correspondance: yasmin@gene.um.edu.my

La banane, deuxième culture fruitière dans la péninsule de Malaisie, contribue pour plus de 20 millions de ringgits aux recettes d'exportation de ce pays (Jamaluddin 1998).

Cependant, les problèmes de maladies demeurent une contrainte majeure pour la production bananière, d'où la nécessité d'intensifier les efforts pour introduire de nouveaux cultivars résistants.

Le programme de recherche sur les bananiers de l'université de Malaisie et de l'*Universiti Putra Malaysia* a récemment créé un groupe de génétique moléculaire dont le travail est axé sur les espèces indigènes locales, et en particulier sur le bananier sauvage *Musa acuminata* ssp. *malaccensis*. Les projets en cours sont les suivants : analyse des étiquettes de séquences exprimées (EST), des STMS, des rétrotransposons, de gènes potentiels de résistance aux maladies, et études taxinomiques à l'aide de la cytométrie en flux et de la cytologie.

On a établi une bibliothèque d'ADNc, constituée avec un vecteur phagique ltrp1ex2, pour analyser les EST des gènes de *Musa acuminata* ssp. *malaccensis*. Dans le cadre d'un projet à long terme de génomique du bananier, les clones de cette bibliothèque sont séquencés de manière aléatoire et analysés. Les recherches de similarités par rapport aux séquences connues déposées dans les bases de données ont déjà révélé des identités avec des gènes de fonction connue et avec d'autres clones d'EST. Toutes les séquences obtenues permettront d'établir une base de données sur les EST de *Musa* dont on se servira pour approfondir la connaissance des gènes des bananiers et leur éventuelle exploitation.

L'analyse des rétrotransposons a permis d'identifier des éléments de type Ty 1-copia chez 10 variétés de bananiers. Une recherche dans la base de données, pour établir une comparaison avec les gènes RT connus de rétrotransposons de type Ty 1-copia, a mis en évidence des identités de 85 à 97 % dans les nucléotides et prédit des identités de 57 à 82 % dans les acides aminés. Les séquences ont été subdivisées en huit groupes distincts similaires aux rétrotransposons

Ty 1-copia trouvés chez d'autres espèces végétales, comme le Tto1 de *Nicotiana tabacum* (Hirochika et Hirochika 1993). On a aussi isolé des rétrotransposons de type Ty 3-gypsy présentant des identités de 55 à 80 % par rapport aux éléments similaires de la base de données. Du fait de leur ubiquité et de leur hétérogénéité, les rétrotransposons de type Ty 1-copia et Ty 3-gypsy sont des marqueurs appropriés pour déterminer la biodiversité des espèces de bananiers de la Malaisie.

Dans le cadre d'un autre projet, on a utilisé la cytométrie en flux (Dolezel *et al.* 1991) pour étudier la variation du degré de ploïdie et de la dimension du génome nucléaire chez des espèces de *Musa* indigènes de Malaisie, à savoir *Musa acuminata* ssp., *Musa balbisiana*, *Musa violascens* et *Musa textilis*. Aucune variation n'a été constatée dans le degré de ploïdie. En revanche, on a observé une importante variation de la dimension du génome entre les différentes espèces analysées. La variation était plus réduite au niveau intraspécifique au sein de l'espèce *Musa acuminata*. L'analyse statistique et en grappes des données sur la dimension du génome pour les différents groupes correspondait bien à la classification taxinomique de *Musa* généralement acceptée.

Les études sur la résistance aux maladies des bananiers sauvages locaux sont axées sur *Fusarium oxysporum*, principal agent pathogène en Malaisie. L'objectif final consistera à introgresser les gènes de résistance des espèces sauvages dans des variétés cultivées en utilisant des méthodes combinant la génomique et la sélection à l'aide de marqueurs.

L'approche intégrée de ce programme, mis en œuvre en étroite relation avec les équipes travaillant sur la génétique et la transformation en Malaisie, devrait apporter une contribution aux programmes d'amélioration des bananiers localement et à l'échelle mondiale.

## Références

- Dolezel J. 1991. Flowcytometric analysis of nuclear DNA contents in higher plants. *Phytochem. Analysis* 2:143-154.  
Hirochika H. & R. Hirochika. 1993. Ty 1-copia group retrotransposons as ubiquitous components of plant genomes. *Jpn. J. Genet.* 68:35-46.  
Jamaluddin S.H. 1999. Commercial exploitation of banana diversity in Malaysia. Pp. 45-51 in *Proceedings of the First National Banana Seminar*, 23-25 Nov. 1998, Genting (Z. Wahab *et al.*, eds.).

## Caractérisation génétique de cultivars commerciaux triploïdes et tétraploïdes et de génotypes diploïdes sauvages du Brésil à l'aide de microsatellites

S.A.C.D. Souza<sup>2</sup>, A. Figueira<sup>1</sup>, A. Tulmann Neto<sup>1</sup> et S.O. Silva<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, CP. 96 Piracicaba, SP, 13400-970, Brésil;

<sup>2</sup>ESALQ-USP (Escola Superior de Agricultura « Luiz de Queiroz », Universidade de São Paulo), Brésil; <sup>3</sup>EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) Mandioca Fruticulosa, Cruz das Almas, BA, Brésil. E-mail: figueira@cena.usp.br

Au Brésil, des bananiers des sous-groupes "Pome" et "Silk" (AAB) sont couramment cultivés, principalement par de petits producteurs. Le programme d'amélioration de l'EMBRAPA *Mandioca Fruticulosa* (basé à Cruz das Almas, dans l'Etat de Bahia) a créé des hybrides tétraploïdes à partir d'un nombre limité de sélections commerciales triploïdes et de diploïdes sauvages. On peut penser qu'il existe un bon nombre de cultivars identiques portant des noms distincts (synonymes) et de génotypes distincts portant des noms similaires (homonymes), et les mutations somatiques tendent à s'accumuler chez les bananiers. Cette étude avait pour objectif de caractériser 33 cultivars commerciaux triploïdes et hybrides tétraploïdes, plus 49 génotypes diploïdes sauvages du programme d'amélioration de l'EMBRAPA à l'aide de marqueurs microsatellites. On a acheté des amorces à la société *Research Genetics Inc.* (Huntsville, AL, Etats-Unis) et l'on a analysé les fragments amplifiés sur des gels de polyacrylamide séquençant en conditions dénaturantes et colorés au nitrate d'argent. Sur la base d'une analyse en grappes, on a groupé les cultivars triploïdes et tétraploïdes selon leur constitution génomique (présence du génome B) et leur sous-groupe. Aucune différence n'a été détectée entre les cultivars des sous-groupes "Cavendish" et "Pome". On a identifié des cultivars qui n'étaient pas classés dans le bon sous-groupe. Les sélections tétraploïdes issues du même croisement n'étaient pas identiques et présentaient une similarité attendue avec les triploïdes maternels. Les diploïdes étaient extrêmement divers, les principales lignées diploïdes parentales employées pour créer les hybrides tétraploïdes étant très distinctes. Certaines amorces ont amplifié plus d'un locus, ce qui laisse à penser que la duplication des locus pourrait être un phénomène commun chez le bananier, comme on l'a déjà mentionné dans des articles publiés précédemment. On pourrait se servir des distances génétiques pour sélectionner les produits des futurs croisements.

## Etudes sur la structure des populations de *Mycosphaerella fijiensis* et sur la résistance partielle des bananiers

C. Abadie<sup>1</sup>, G.-G. Rivas<sup>2</sup>, A. El Hadrami<sup>3</sup>, M.-F. Zapater<sup>3</sup> et J. Carlier<sup>3</sup>

<sup>1</sup>CRBP (Centre régional de recherches sur bananiers et plantains), BP 832, Douala, Cameroun; <sup>2</sup>CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza), 7170, Turrialba, Costa Rica; <sup>3</sup>CIRAD (Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le

Le champignon ascomycète *Mycosphaerella fijiensis* (anamorphe *Paracercospora fijiensis*) est à l'origine de la maladie des raies noires ou cercosporiose noire, la plus destructrice des affections foliaires des bananiers (Jones 2000). Il importe de connaître l'ampleur et la distribution de la variabilité de *M. fijiensis* pour pouvoir créer des variétés résistantes et appliquer des stratégies de gestion de la résistance à cette maladie. Une étude de la structure génétique des populations de *M. fijiensis* à l'échelle mondiale a montré que les différentes populations peuvent maintenir un degré élevé de diversité génétique et que la recombinaison joue un rôle important chez cet agent pathogène (Carlier *et al.* 1996). Les programmes d'amélioration doivent donc faire appel de préférence à une résistance partielle, mais supposée durable. La présente étude avait pour objectifs de décrire la structure génétique des populations de *M. fijiensis* à l'échelle continentale et à l'échelle locale, et d'évaluer l'efficacité et la durabilité de la résistance partielle.

Pour étudier la structure des populations d'une espèce pathogène donnée, il faut tout d'abord la distinguer des espèces étroitement apparentées et déterminer sa distribution. Des recherches en ce sens en Asie du Sud et du Sud-Est ont amené à découvrir un champignon encore jamais décrit jusqu'alors, *Mycosphaerella eumusae* (anamorphe *Septoria eumusae*, Carlier *et al.* 2000). Dans le cadre d'une étude taxonomique et phylogénétique de l'ADN ribosomique, nous avons établi qu'on peut isoler à partir des feuilles de bananiers au moins neuf espèces appartenant à *Mycosphaerella* ou aux genres anamorphes apparentés (Carlier *et al.* non publié). Compte tenu de la présence de toutes ces espèces, les amorces définies dans la région ITS (Johanson et Jegger 1993) ne sont strictement spécifiques ni de *M. fijiensis* ni de *M. musicola*. Ces résultats montrent qu'il faut avoir une bonne connaissance du complexe d'espèces fongiques pour élaborer des outils de diagnostic. A partir de l'étude phylogénétique, nous avons mis au point un autre outil reposant sur une analyse de restriction de la région ITS et nous avons commencé à rechercher de nouvelles amorces spécifiques. Ces outils devraient aider à déterminer la distribution et l'importance des différentes espèces.

Nous avons analysé la structure des populations de *M. fijiensis* à l'échelle continentale et à l'échelle locale à partir d'échantillons collectés dans des pays d'Amérique latine, des Caraïbes et d'Afrique, en utilisant huit séquences polymorphes amplifiées et digérées par des enzymes de restriction (CAPS) comme marqueurs moléculaires (Zapater *et al.* non publié).

Nous avons constaté qu'au sein des populations locales, la majeure partie de la variabilité génétique est distribuée à une petite échelle correspondant à l'échelle de la plante. Dans la région Amérique latine et Caraïbes (ALC), la diversité génétique de *M. fijiensis* est relativement plus élevée au Honduras et au Costa Rica qu'ailleurs, ce qui permet de penser que c'est par là que l'agent pathogène a pénétré dans cette zone. Au sein de la zone ALC tout comme en Afrique, on a détecté un niveau élevé de différenciation génétique entre la plupart des populations analysées, ce qui indique que le flux de gènes est limité (Rivas *et al.* et Carlier *et al.* non publié). Il est donc probable que la maladie s'est diffusée dans ces régions par l'intermédiaire de plantes infectées et/ou par une dispersion restreinte d'ascospores. La poursuite des recherches au niveau des pays nous permettra de préciser l'importance relative de ces deux moyens de transmission. On a évalué la variabilité de l'agressivité de l'agent pathogène sur deux échantillons collectés au Cameroun et aux Philippines, en inoculant cinq cultivars partiellement résistants dans un essai sur des morceaux de feuilles (El Hadrami *et al.* 1998). Il s'est avéré que la variabilité était faible et d'un niveau similaire dans les deux pays, bien que la diversité génétique observée aux Philippines soit nettement plus importante (Carlier *et al.* 1996). On n'a détecté aucune interaction spécifique isolat x cultivar. Etant donné qu'on ne cultive que des hôtes sensibles dans ces pays, ces résultats pourraient s'expliquer par l'absence de sélection par l'hôte. Il faudrait analyser le potentiel d'adaptation des populations pathogènes à la résistance partielle en suivant leur évolution dans le temps dans des parcelles de génotypes de bananiers résistants.

Pour évaluer l'efficacité et la durabilité de la résistance partielle, trois approches complémentaires ont été adoptées : caractérisation des composantes de la résistance partielle en conditions contrôlées, évaluation de l'efficacité de ces composantes dans des essais en plein champ et analyse de la structure des populations de l'agent pathogène. Dans un essai sur des morceaux de feuilles, on a constaté des différences significatives entre 10 génotypes de bananiers à tous les stades du cycle infectieux (El Hadrami 2000). On peut donc en conclure que différentes composantes de la résistance partielle interviennent à ces différents stades. Nous avons entrepris d'étudier les rôles épidémiologiques de certaines composantes de la résistance dans des essais en plein champ sur différentes parcelles contenant chacune un seul génotype de bananier. La structure des populations pathogènes et leur variation dans l'espace et dans le temps selon les parcelles sont également en cours d'étude.

## Références

- Carlier J., M.H. Lebrun, M.F. Zapater, C. Dubois & X. Mourichon. 1996. Genetic structure of the global population of *Banana black leaf streak fungus Mycosphaerella fijiensis*. *Molecular Ecology* 5:499-510.
- Carlier J., M.F. Zapater, F. Lapeyre, D.R. Jones & X. Mourichon. 2000. Septoria leaf spot of banana: a newly discovered disease caused by *Mycosphaerella eumusae* (anamorph *Septoria eumusae*). *Phytopathology* 90: 884-890.
- El Hadrami A., M.F. Zapater, F. Lapeyre, C. Abadie & J. Carlier. 1998. A leaf disk assay to assess partial resistance of banana germplasm and aggressiveness of *Mycosphaerella fijiensis*, the causal agent of black leaf streak disease. 7<sup>th</sup> International Congress of Plant Pathology, Edinburgh, Scotland. BSPP Vol. 2, p. 1.1.24.
- El Hadrami A. 2000. Caractérisation de la résistance partielle des bananiers à la maladie des raies noires et évaluation de la variabilité de l'agressivité de l'agent causal, *Mycosphaerella fijiensis*. Thèse d'université. Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, Belgique. 153pp.
- Johanson A. & M.J. Jegger. 1993. Use of PCR for detection of *Mycosphaerella fijiensis* and *M. musicola*, the causal agents of Sigatoka leaf spots in banana and plantain. *Mycological Research* 97:670-674.
- Jones D.R. 2000. Diseases of banana, Abaca and Enset. CABI Publishing, CAB International, Royaume-Uni. 544pp.

## Nouvelles méthodes cytologiques pour l'étude du bananier

M. Pillay, M.T.V. Adeleke et A. Tenkouano

Crop Improvement Division, Plantain and Banana Improvement Project, International Institute of Tropical Agriculture, PMB 008 Nchia-Elleme, Port-Harcourt, Nigeria.

L'amélioration génétique des bananiers est rendue difficile par un certain nombre de contraintes, qui tiennent notamment au manque de connaissance de la structure des chromosomes, des degrés de ploïdie et des causes de stérilité. On n'a pas encore pu établir de caryotypes de *Musa*, car ses chromosomes sont petits, uniformes et se colorent mal, de sorte qu'il est difficile d'obtenir de bons étalements. Il est également indispensable d'identifier correctement les degrés de ploïdie et de mettre au point des techniques pour déterminer les causes de stérilité si l'on veut faire progresser l'amélioration. Cette étude décrit : i) l'utilisation du nitrate d'argent pour colorer les chromosomes ; ii) un nouveau protocole pour examiner les chromosomes pendant la méiose ; iii) l'analyse de la variation du degré de ploïdie au sein du matériel génétique ; et iv) l'observation de la croissance des tubes polliniques chez *Musa*. La coloration à l'acétocarmine, la plus fréquemment utilisée dans les études cytologiques sur les bananiers, est efficace quand les chromosomes sont condensés, comme c'est le cas pendant la métaphase, mais elle n'est pas efficace pendant la prophase. La coloration au nitrate d'argent offre une bonne solution de remplacement. L'étude présente une méthode améliorée pour examiner les chromosomes de *Musa* pendant la méiose. Les différentes étapes sont les suivantes : dis-